

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-296121

(P2002-296121A)

(43) 公開日 平成14年10月9日 (2002.10.9)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

テームト* (参考)

G 0 1 K 7/01
G 0 1 F 1/692
1/696
H 0 1 L 21/8222
27/082

H 0 1 L 27/08
G 0 1 K 7/00
G 0 1 F 1/68

3 3 1 E 2 F 0 3 5
3 9 1 S 5 F 0 0 3
1 0 4 A 5 F 0 4 8
1 0 4 C 5 F 0 8 2
2 0 1 Z

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 10 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-103318(P2001-103318)

(22) 出願日 平成13年4月2日 (2001.4.2)

(71) 出願人 391025741

木村 光照

宮城県宮城郡七ヶ浜町汐見台3丁目2番地の56

(71) 出願人 390024729

石塚電子株式会社

東京都墨田区錦糸1丁目7番7号

(72) 発明者 木村 光照

宮城県宮城郡七ヶ浜町汐見台3丁目2番地の56

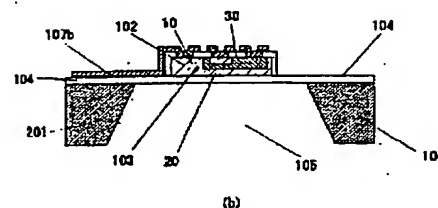
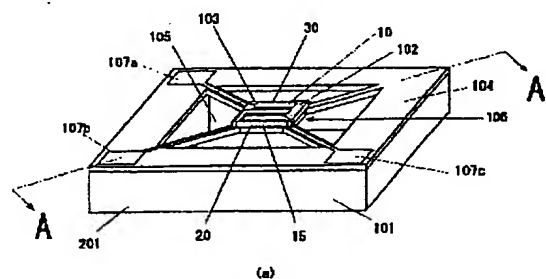
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 温度測定装置

(57) 【要約】

【課題】高感度、高速応答、小型、高精度、経時変化が少なく高信頼性の温度測定装置を安価に供給する。

【解決手段】基板1から熱分離した半導体薄膜15にバイポーラ型またはMOSFET型のトランジスタ10を1個又は複数個形成し、そのトランジスタ10をトランジスタサーミスタ103としての温度センサ20とコレクタ抵抗またはドレイン抵抗の損失による発熱をヒータ30として利用する。そして、トランジスタ10での発熱を利用して、トランジスタサーミスタ103で温度を測定する。また、必要に応じこれらのトランジスタ10の周辺回路なども同一基板1に集積化する。



BEST AVAILABLE COPY

【特許請求の範囲】

【請求項1】 バイポーラ型のトランジスタ（10、11、12、13、14）のエミッタ・ベース間電圧 V_{eb} を所定の電圧にして、コレクタ抵抗をサーミスタとして取り扱うトランジスタサーミスタ103の温度センサ（20）を利用した温度測定装置において、1個または複数のバイポーラ型のトランジスタが基板（1）から熱分離した半導体薄膜（15）に形成してあり、少なくとも1個の前記バイポーラ型のトランジスタのエミッタ・ベース間電圧 V_{eb} を所定の電圧にしてコレクタ電流を流し、コレクタ損失による発熱をヒータ（30）として作用させると共に、少なくとも1個の前記バイポーラ型のトランジスタを温度センサ（20）として作用させて、前記ヒータ（30）の温度を計測できるようにしたことを特徴とする温度測定装置。

【請求項2】 MOSFET型のトランジスタ（10、11、12、13、14）をサブスレッショルド領域で動作させることにより、前記バイポーラ型のトランジスタと同等になるように作用させ、所定のソース・ゲート間電圧 V_{sg} を印加して、ドレイン抵抗をサーミスタとして取り扱うトランジスタサーミスタ103の温度センサ（20）を利用した温度測定装置において、1個または複数のMOSFET型のトランジスタが基板（1）から熱分離した半導体薄膜（15）に形成してあり、少なくとも1個の前記MOSFET型のトランジスタのソース・ゲート間電圧 V_{sg} を所定の電圧にしてドレイン電流を流し、ドレイン損失による発熱をヒータ（30）として作用させると共に、少なくとも1個の前記MOSFET型のトランジスタを温度センサ（20）として作用させて前記ヒータの温度を計測できるようにしたことを特徴とする温度測定装置。

【請求項3】 基板（1）から熱分離した半導体薄膜（15）に形成されたバイポーラ型もしくはMOSFET型のトランジスタの少なくとも1個を、時分割によりヒータと温度センサ（20）との作用を共用できるようにしたことを特徴とする請求項1または2に記載の温度測定装置。

【請求項4】 半導体薄膜（15）の熱時定数に比べ無視できる程度の短い時間内に、前記バイポーラ型もしくはMOSFET型のトランジスタを温度センサ（20）として動作させ、前記温度センサ（20）の動作開始直前におけるヒータ動作期間のヒータ温度を測定できるようにしたことを特徴とする請求項3に記載の温度測定装置。

【請求項5】 基板（1）から熱分離した半導体薄膜（15）に形成したヒータ（30）と温度センサ（20）とを別に設けた電気回路により連携できるようにし、前記ヒータ（30）が置かれている環境の物理量を前記ヒータ（30）の温度変化として前記温度センサ（20）を用いて検知して、前記物理量を計測できるよ

うにしたことを特徴とする請求項1乃至4のいずれかに記載の温度測定装置。

【請求項6】 温度センサ（20）の周辺回路とヒータ制御回路（415）および温度センサ（20）とヒータ（30）とを連携させた電気回路のうち、少なくともそれらの一部を前記ヒータ（30）と前記温度センサ（20）が形成されている同一の基板（1）に集積形成したことを特徴とする請求項1乃至5のいずれかに記載の温度測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、バイポーラ型またはMOSFET型のトランジスタをヒータと温度センサとして用いる温度測定装置に関するもので、流体のフローセンサやピラニー真空計などに利用できるものである。

【0002】

【従来の技術】本出願の発明者の一人が発明した特開平11-287713号、「温度測定装置、熱型赤外線イメージセンサ及び温度測定方法」には、バイポーラ型またはMOSFET型のトランジスタがサーミスタとして取り扱うことができることが記してあり、通常の半導体集積回路中のトランジスタが温度センサとして利用できることが分っている（このサーミスタ型温度センサを、以下トランジスタサーミスタ103と呼ぶ）。

【0003】また、従来、ヒータと温度センサとを支持基板から浮かせて熱分離を図ると共に、気体の流れに沿ってヒータを一对の同等な温度センサの間に配置し、下流側の温度センサの温度が上昇することを利用して、気体の流れを検出するフローセンサや、真空圧によってヒータからの放熱状態が異なることに基づいてヒータ兼温度センサの抵抗変化から真空度を測定するピラニー真空計があった。これらのフローセンサやピラニー真空計の温度センサとヒータには、従来、白金薄膜やポリシリコンが用いられていた。また、温度センサとしてアルミニウムとシリコンの熱電堆を用いたものもあった。

【0004】従来のフローセンサの一例として、その構成を図2の（a）及びそのB-B'線断面図を図2

（b）に示す。このフローセンサは、絶縁膜202を形成したシリコンの基板1を用い、ダイアフラム210上に白金薄膜抵抗の温度センサ204、205でやはり白金薄膜抵抗のヒータ206を気体の流れに対し挟むように形成している。ダイアフラム210上にヒータ206と上流側温度センサ204、下流側温度センサ205とを形成したのは、基板1からの熱分離のためと熱容量を小さくするためで、シリコンの基板1に形成されたダイアフラム210の下部をエッチング除去して空隙部207を形成している。なお、各白金薄膜抵抗の電極203a、204a、205a、206aは、流れを妨げないようにヒータ206と上流側温度センサ204、下流側温度

センサ205の基板周辺に配置している。

【0005】また、矢印X方向に流れる流体の中に設置し、流体温度センサ203でその流体の温度（実際には、シリコンの基板1の温度）を検出し、ヒータ206を例えば流体よりも50℃高くなるように制御している。出力電圧は、一般に図3に示すように基本的には、抵抗214、215を用い、上流側温度センサ204と下流側温度センサ205の差動回路となるホイートストンブリッジ回路で差動出力を増幅して得るようにしている。なお、気流がない場合には抵抗温度係数が大きい白金薄膜からなる上流側温度センサ204と下流側温度センサ205が等しい温度のためブリッジバランスがとれて出力電圧は生じないが、流れがある場合には上流側温度センサ204と下流側温度センサ205に温度差が生じるため、バランスが崩れて出力が得られ、流量または流速を測定できるという原理である。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来のフローセンサやピラニー真空計のヒータ及び温度センサは、スパッタやCVDで堆積した白金薄膜や多結晶薄膜を用いるため、経時変化が起き易いという問題がある。製作工程により幾分抑制することはできるが、単結晶を用いた温度センサ及びヒータの方が安定である。

【0007】また、温度センサ及びヒータには比較的稳定な白金薄膜抵抗が用いられることが多く高価になるという問題、さらに抵抗が低いいため大きな出力を得るためには、線幅が狭くかつ長くせざるを得ず形状が大きくなって小型化できないという問題がある。

【0008】また、白金薄膜抵抗を長い形状に形成するため折り返しパターンで引き回すことになり、その折り返し部や線幅のバラツキなど部分的に抵抗値が高くなって、局所的な発熱が生じ測定誤差になったり、断線の原因や断線に至らなくとも経時変化が早まるなどの問題があった。

【0009】本発明は、単結晶上にバイポーラ型のトランジスタまたはMOSFET型のトランジスタを作成して、サーミスタとして取り扱うことのできる温度センサであるトランジスタサーミスタ103を、ヒータ及び温度センサに用いることにより、経時変化や局所的な発熱を抑え、高感度、高速応答、小型で、かつ信頼性及び測定精度が高い温度測定装置を安価に提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するために、本発明の第1の解決手段は、バイポーラ型のトランジスタのエミッタ・ベース間電圧 V_{eb} に所定の電圧を印加して、コレクタ抵抗をサーミスタとして取り扱うトランジスタサーミスタの温度センサを利用した温度測定装置において、1個または複数のバイポーラ型のトランジスタが基板から熱分離した半導体薄膜に形成してあ

り、少なくとも1個のバイポーラ型のトランジスタのエミッタ・ベース間電圧 V_{eb} を所望の電圧にしてコレクタ電流を流し、コレクタ損失による発熱をヒータとして作用させると共に、少なくとも1個の前記バイポーラ型のトランジスタを温度センサとして作用させて、このヒータの温度を計測できるようにしたものである。

【0011】また、バイポーラ型のトランジスタの少なくとも1個を、時分割により、ヒータと温度センサとの動作を共用させてもよく、このような方法によって物理量の変化を温度変化として測定することで、その物理量を計測できる。

【0012】本発明の第2の解決手段は、MOSFET型のトランジスタをサブスレッショルド領域で動作させることにより、バイポーラ型のトランジスタと同等になるように作用させて、ソース・ゲート間電圧 V_{sg} を所定の電圧にして、ドレイン抵抗をサーミスタとして取り扱うトランジスタサーミスタの温度センサを利用した温度測定装置において、1個または複数のMOSFET型トランジスタが基板から熱分離した半導体薄膜に形成しており、少なくとも1個のMOSFET型のトランジスタのソース・ゲート間電圧 V_{sg} を所望の電圧にしてドレイン電流を流し、ドレイン損失による発熱をヒータとして作用させると共に、少なくとも1個のMOSFET型のトランジスタを温度センサとして作用させて、このヒータの温度を計測できるようにしたものである。

【0013】また、バイポーラ型のトランジスタと同様に、MOSFET型のトランジスタの少なくとも1個を、時分割により、ヒータと温度センサとの作用を共用させても良いことはもちろんである。

【0014】本発明の第3の解決手段は、前述の第1、第2の解決手段を有する温度測定装置であって、基板から熱分離した半導体薄膜に形成したトランジスタのヒータとトランジスタサーミスタの温度センサとを外部に形成した電気回路により連携できるようにしておき、このヒータの置かれている環境の、例えば、真空度、風速、湿度、熱含量などの物理量をこのトランジスタのヒータの温度変化をこのトランジスタサーミスタの温度センサを用いて検知して、その物理量を計測できるようにしたものである。

【0015】本発明の第4の解決手段は、前述の第1から第3の解決手段を有する温度測定装置であって、トランジスタサーミスタの温度センサの、出力の増幅回路、トランジスタを温度センサとして動作させたり、コレクタやドレインの損失の発熱を利用してヒータとして動作させるための駆動回路、温度や流量などを表示する表示回路などの周辺回路、ヒータ用のトランジスタ専用とその発熱を制御するヒータ制御回路および温度センサとヒータとの連携の電気回路のうちの少なくとも一部を、ヒータと温度センサが形成されている基板と同一基板に集積形成したものである。

【0016】上述のような構成にすることによって、基板から熱分離したシリコン単結晶薄膜に形成された熱容量及び熱コンダクタンスが小さい温度センサと面発熱のヒータが得られ、しかもICプロセスが適用できるために周辺回路を含めて安価に製作出来る。

【0017】また、トランジスタサーマミスタの温度センサには、エミッタ・ベース間電圧 V_{eb} またはソース・ゲート間電圧 V_{sg} を変えることによってサーマミスタとしてのB定数値を変えることができるという特徴があるため、フローセンサのように複数の温度センサを用いるような場合は、B定数を調節して揃えることが可能なため、製造工程のバラツキによる温度係数バラツキを抑えることが出来るという利点がある。更に対数的に変化する大きな出力が得られるという特徴もあるため、より精度の高い測定結果が得られる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面に基づいて説明する。

【0019】

【実施例1】図1(a)は、一つのバイポーラ型のトランジスタ10を温度センサ20としてのトランジスタサーマミスタ103だけでなくヒータ30としても利用する一実施例の斜視図を示し、図1(b)はそのA-A'線断面図を示す。図は単結晶シリコン下地基板201と、酸化膜(SiO_2)及び窒化膜(Si_3N_4)などの絶縁層104からなるSOI基板101の半導体薄膜15としてのシリコン単結晶薄膜102にトランジスタ10を形成した場合であり、本発明の温度測定装置を熱線型のフローセンサやピラニー真空計に応用できるようにした一例を示すものである。

【0020】トランジスタ10は、半導体の基板から熱分離するために、SOI基板101のエッチング除去した空隙部105上に絶縁層の一部が架橋状に形成されたマイクロエブリッジ部106上に形成されると共に、トランジスタ10以外のシリコン単結晶薄膜102はエッチング除去により、熱容量と熱コンダクタンスが小さい構造となっている。トランジスタ10の三つの端子は、架橋状のマイクロエブリッジ部106から外側のSOI基板101上に形成された電極パッド107a、107b、107cに接続されている。

【0021】なお、ここでは省略しているが、トランジスタ10をトランジスタサーマミスタ103として駆動したり、コレクタ損失の発熱を利用するヒータ30として駆動するための駆動回路410は、同一のSOI基板101上に形成しても良いし、外部に設けても良い。

【0022】また、上述の実施例では、トランジスタ10以外のシリコン単結晶薄膜102をエッチング除去しているが、熱コンダクタンスが大きくなることを認めれば必ずしもその必要はない。

【0023】また、上述の実施例では、1個のトランジ

スタ10がマイクロエブリッジ106上に形成されている例であるが、複数のトランジスタ10でも良いし、これらがマイクロエブリッジ106ではなくダイヤフラム210でもよく、基板10との熱分離を良好にするためにダイヤフラム210にスリットを設けても良い。また、上述の実施例では、簡便のためSOI基板101を用いているが、必ずしもその必要もない。

【0024】温度測定装置としての動作の一例を図1に基づいて説明すると次のようになる。

【0025】バイポーラ型のトランジスタ10のエミッタ・ベース間電圧 V_{eb} として大きな矩形波を駆動回路410(ここでは図示していない)を用いて印加し、大きなコレクタ電流を流してコレクタ損失により発熱させる。このときトランジスタ10を周囲温度より、例えば50℃上昇させるように制御する(ヒータ30として利用する)時間帯と、マイクロエブリッジ106の熱時定数より十分短い時間で、発熱しない程度にエミッタ・ベース間電圧 V_{eb} にパルス状矩形波を印加してトランジスタサーマミスタ103として温度を検出する(温度センサ20として利用する)時間帯とに時分割して動作させることができる。

【0026】図6は、時分割によるヒータと温度センサの動作状態の一例を示す図であり、トランジスタがヒータとして動作する期間を1sとし、温度センサとして動作する期間を50usとした場合を示している。図において、ヒータとしてエミッタ・ベース間に0.75Vの電圧(V_{eb})が印加されると半導体薄膜の温度は急激に上昇する。このときの熱時定数は約100msである。加熱期間1s後にエミッタ・ベース間電圧を0.5Vに下げ、熱時定数100msに対して無視できる程度の短いパルス電圧を印加して温度測定する。この例では10us幅のパルス電圧を印加して温度測定する場合が示されている。このとき重要なのは、温度センサとして動作させる時間を半導体薄膜の温度低下がおおよそ1%以下になるように短く設定することである。この温度測定は、1個のパルスでなく連続した短い複数のパルス電圧を印加することでS/N比が向上する。しかしその分、温度低下を起こしやすいので1個のパルス印加でもよいし、加熱期間を短くして(熱時定数よりも長い期間とする)温度低下しないように温度測定回数を多くして、これらの平均値をとればさらにS/N比を改善できる。

【0027】このようにヒータ30でマイクロエブリッジ106を熱しながら、ヒータ30が置かれている環境の気流や真空度などの物理的量的変化を、トランジスタサーマミスタ103によって温度の変化として捕らえることで、熱線型のフローセンサ、ピラニー真空計、絶対湿度センサなどに応用することができる。

【0028】また、上述の図1の実施例では、トランジスタ10としてバイポーラ型のトランジスタ10を用いた場合について説明したが、MOSFET型のトランジ

スタ10を用いても良く、共にトランジスタ10をトランジスタサーミスタ103としての温度センサ20とコレクタ損失の発熱によるヒータ30として用いることができる。

【0029】

【実施例2】図4(a)と(b)は、4個のトランジスタ11、12、13、14を温度センサ20又はヒータ30として用い、本発明の温度測定装置として、気体のフローセンサに応用した一実施例の斜視図及び、そのC-C'線断面図を示す。

【0030】半導体薄膜15としてSOI基板101のシリコン単結晶薄膜102を用い、そこに4個のトランジスタ11、12、13、14を近接して形成し、そのうち3個のトランジスタ11、12、13は、単結晶シリコン下地基板に設けたひとつの空隙部410上に吊られたマイクロエアブリッジ構造を有している。

【0031】トランジスタ11、13、14は、気体などの流体の流れYに沿って配置されている。それぞれの流体温度センサ403、上流側温度センサ404、下流側温度センサ405は温度センサ20としてのトランジスタサーミスタ103が使用され、トランジスタ12は、ヒータ30として中央ヒータ406で使用した場合を示してある。

【0032】本実施例のトランジスタ10の製作はICプロセスに適合しているため、駆動回路410、ヒータ制御回路415、増幅回路420、表示回路430などの集積回路を同一半導体基板に同時に作製することが可能である。

【0033】また、この実施例では、これらの回路部及びトランジスタ11、12、13、14の形成部以外のシリコン単結晶薄膜102はエッチング除去しており、トランジスタ同士の熱絶縁及び回路部の電気的な絶縁を向上させている。

【0034】本実施例のトランジスタ11、12、13、14は、バイポーラ型のトランジスタでも、MOSFET型のトランジスタでも良く、また両者を組み合わせた構成でも良い。

【0035】本実施例の構成におけるフローセンサの動作の基本原理は、図2に示す従来のフローセンサと同様であり、図4(a)に示すように気体などの流体の流れYに対して中央ヒータ406を挟むように上流側温度センサ404と下流側温度センサ405を配置しておき、中央ヒータ406により周囲の気体などの流体を通して同等に昇温されていた上流側温度センサ404と下流側温度センサ405が流体の流れにより、上流側が冷え、下流側がより温まることを利用して、その温度差を差動出力として検出して流速や流量を測定するものである。

【0036】また、トランジスタ11、12、13、14の動作は次のようである。

【0037】トランジスタ11、12、13、14にバ

イポーラ型のトランジスタを用いた場合、上流側温度センサ404のトランジスタ11は、発熱しない程度のコレクタ電流が流れるように所定のエミッタ・ベース間電圧 V_{eb} を駆動回路410を通して印加し流体の温度を検出する。

【0038】また中央ヒータ406として用いるトランジスタ12には、コレクタ損失により発熱させる程度のエミッタ/ベース間電圧 V_{eb} をヒータ制御回路415を通して印加して、大きなコレクタ電流を流し、周囲温度より例えば50℃上昇させるように制御する。中央ヒータ406の上流側と下流側の温度差を上流側温度センサ404、下流側温度センサ405の差動出力として増幅回路420により増幅し、増幅された差動出力と流速や流量との校正値を利用してフローセンサの流速や流量を外部出力として取り出すか、または必要に応じて表示回路430により表示する。なお、ここでは図示していないが、フローセンサの流速や流量などの物理量の変化を出力するための各種演算回路やメモリ回路などの周辺回路も同一半導体の基板に形成することもできる。

【0039】また、上述の図4での実施例では、トランジスタ11、12、13、14としてバイポーラ型のトランジスタを用いた場合について説明したが、MOSFET型のトランジスタを用いても良く、共にトランジスタ10をトランジスタサーミスタ103としての温度センサ20とコレクタ損失の発熱によるヒータ30として用いることができる。

【0040】

【実施例3】上述の実施例2においては、トランジスタ11、12、13を単結晶シリコン下地基板201に設けたひとつの空隙部410上の3個のマイクロエアブリッジに各1個ずつ形成した構造であったが、図5に示す実施例は、1個の大きなマイクロエアブリッジ（スリット付きダイヤフラム504）上に3個のトランジスタ11、12、13を形成した場合の、本発明の温度測定装置の一実施例の概略図である。

【0041】上述したように図5は、本発明の温度測定装置を気体などの流体の流速や流量測定に用いるフローセンサへの応用として実施した場合であり、図5(a)の斜視図と同図(b)のD-D'線断面図に基づき、図4に示した実施例との違いを中心に説明すると次のようになる。なお、同等な作用をする素子や材料などは、同一の符号を付けている。

【0042】図4に示した実施例は、上述のようにSOI基板101を利用し、トランジスタ11、12、13をそれぞれのマイクロエアブリッジに1個ずつ形成した構造であったが、図5に示す本実施例の構成では、スリット付きダイヤフラム504上に3個のトランジスタ11、12、13が形成され、それぞれの周囲はシリコン単結晶薄膜102がエッチング除去され電気的に絶縁されると共に熱伝導と熱容量が小さくなるように形成され

ている。

【0043】図4に示した実施例では、中央ヒータ406からの熱は、主にそれを取り巻く気体などの流体によりトランジスタサーミスタ103としての上流側温度センサ404と下流側温度センサ405に伝導されていたが、熱伝導が悪く応答が遅い場合には、図5に示すように、スリット付きダイヤフラム504上に中央ヒータ406と上流側温度センサ404と下流側温度センサ405とを形成した構造が良い。単にスリットがないダイヤフラムでは、単結晶シリコン下地基板201への熱伝導が大きく、温度センサとしての感度や中央ヒータ406の熱効率が悪くなるために、スリット551、552、553、554が設けられている。

【0044】また、被検出流体に含まれる塵やゴミがスリット551、552、553、554内に入り込むことを防ぐためには、スリットの幅を狭くしたり、長さが短く狭いスリットを多数設けるようにしても良い。

【0045】上述の図4及び図5のフローセンサとしての実施例においては、中央ヒータ406を上流側温度センサ404と下流側温度センサ405で挟むように配置し、これらの上流側温度センサ404と下流側温度センサ405との差動出力を取り出すようにして流速や流量測定するものであるが、ヒータと下流側に設けた温度センサを近接配置するだけでも流速や流量の検出は可能である。

【0046】また、本発明の温度測定装置は、被検出環境下におけるヒータの放熱の度合いをトランジスタサーミスタ103としての温度センサ20で検出することによって、その環境における物理量の測定を可能にするものである。

【0047】上記実施例では示さなかったが、湿度や真空度を測定する場合、絶対的な湿度や真空度を求めたい場合がある。このような場合には、少なくとも1個のトランジスタサーミスタ103の温度センサ20を乾燥空气中に封止するか真空封止して、この温度センサとそれらの環境下に晒してある他の温度センサとの差動出力を得ることにより達成される。

【0048】

【発明の効果】従来のフローセンサやピラニー真空計などの温度測定装置に用いる温度センサやヒータは、白金薄膜抵抗や熱電堆で形成されていたが、本発明の温度測定装置では、単結晶半導体に形成したトランジスタをサーミスタとしての温度センサやコレクタやドレインの損失をヒータとして用いているので、コレクタ抵抗またはドレイン抵抗が可変で、かつ小型でも十分な発熱が得られ、面発熱可能であるため極めて局所的な発熱がなく、サーミスタとしてのB定数が大きくかつ調節可能なため

高精度な測定ができる。さらに単結晶であるため経時変化が少なく信頼性が高くなる。しかもICプロセスに適合しているので、画一的なセンサチップの製作が可能となり、さらに大量生産できるので安価な温度測定装置を供給できる利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】ひとつのバイポーラ型のトランジスタ10を温度センサ20としてのトランジスタサーミスタ103だけでなくヒータ30としても利用する本発明実施形態を示す斜視図及びA-A'断面図。

【図2】従来技術のフローセンサを説明するための実施形態を示す斜視図及びB-B'断面図。

【図3】従来技術を説明するための出力検出回路。

【図4】本発明の温度測定装置をフローセンサに応用した実施形態を示す斜視図及びC-C'断面図。

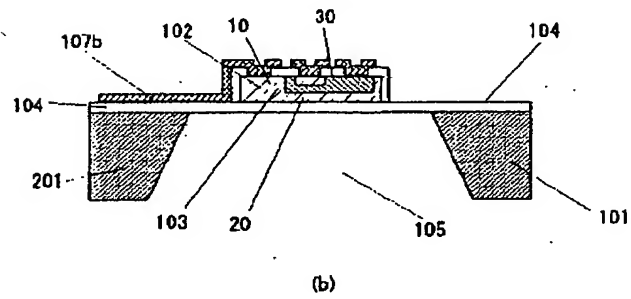
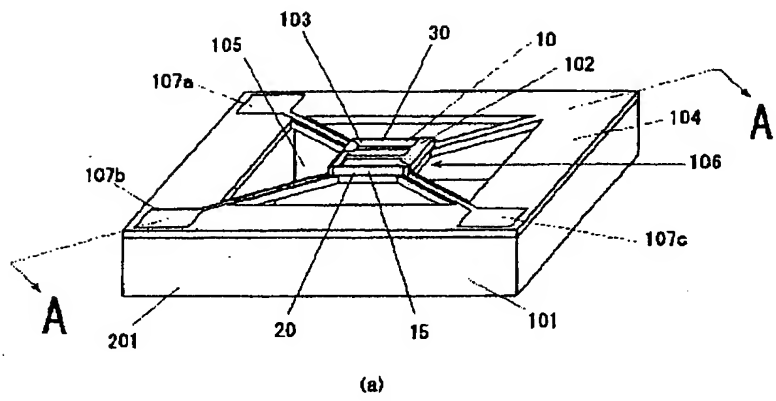
【図5】本発明の温度測定装置をフローセンサに応用した他の実施形態を示す斜視図及びD-D'断面図。

【図6】時分割によるヒータと温度センサの動作状態の一例を示す図。

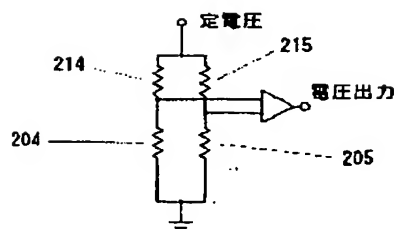
【符号の説明】

- 1 基板
- 10、11、12、13、14 トランジスタ
- 15 半導体薄膜
- 20 温度センサ
- 30、206、406 ヒータ
- 101 SOI基板
- 102 シリコン単結晶薄膜
- 103 トランジスタサーミスタ
- 104 絶縁層
- 105 空隙部
- 106 マイクロエアブリッジ
- 107a、107b、107 電極パッド
- 201 単結晶シリコン下地基板
- 203、403 流体温度センサ
- 203a、204a、205a、206a 電極パッド
- 204、404 上流側温度センサ
- 205、405 下流側温度センサ
- 210 ダイヤフラム
- 214、215 抵抗
- 410 駆動回路
- 415 ヒータ制御回路
- 420 増幅回路
- 430 表示回路
- 551、552、553、554 スリット
- 510、511 絶縁膜
- 504 スリット付きダイヤフラム

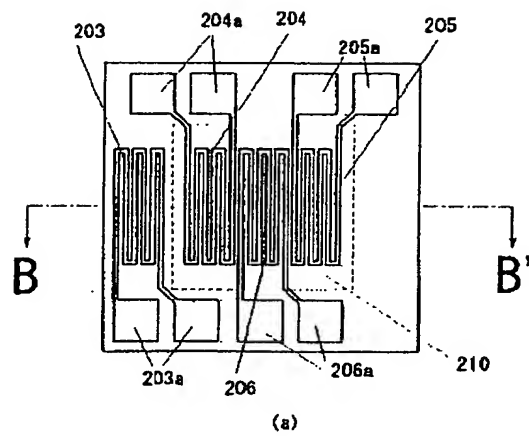
【図1】



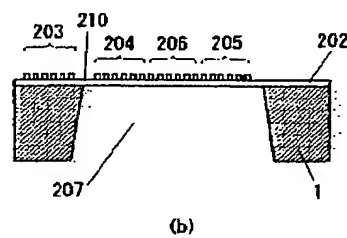
【図3】



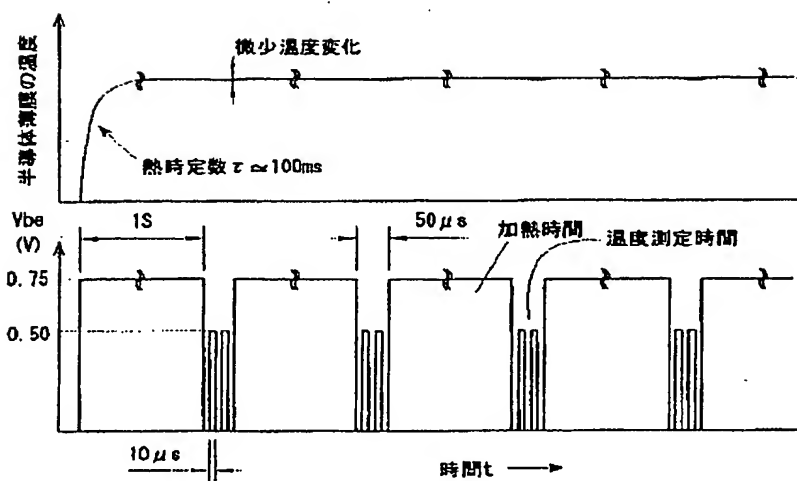
【図2】



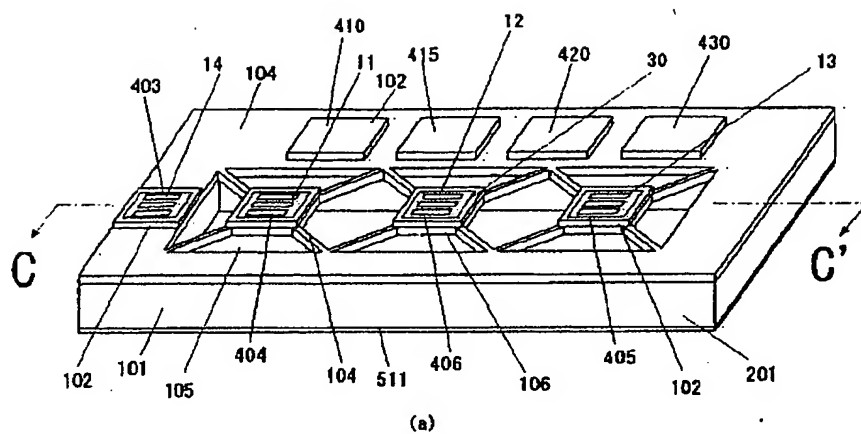
→ 流体の流れ X



【図6】

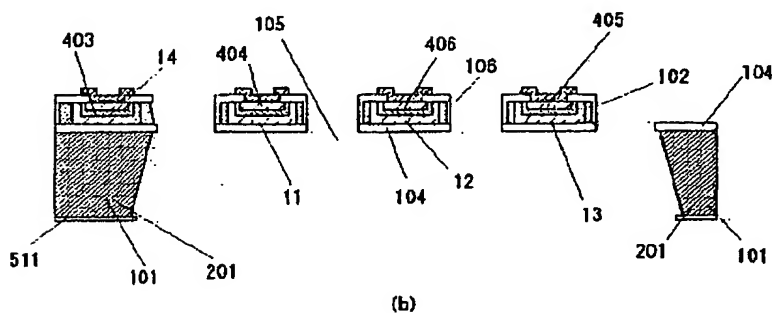


【図4】



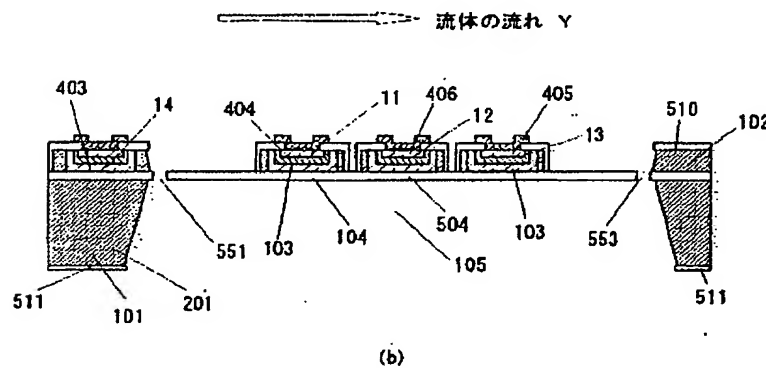
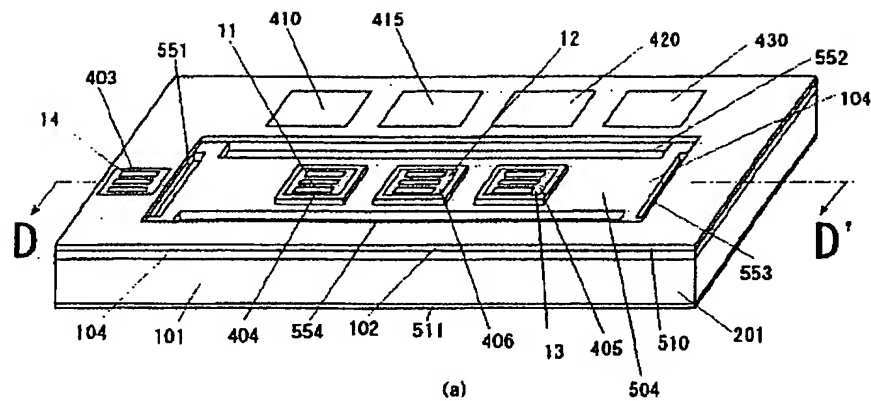
(a)

→ 流体の流れ Y



(b)

【図5】



フロントページの続き

(51)Int. Cl.⁷H 0 1 L 27/08
29/732
21/331

識別記号

3 3 1

F I

G 0 1 K 7/00
H 0 1 L 27/08
29/72

ノート (参考)

3 9 1 M
1 0 1 B
P

(72)発明者

小山 克人

東京都墨田区錦糸1丁目7番7号 石塚電
子株式会社内

(72)発明者

松館 直史

東京都墨田区錦糸1丁目7番7号 石塚電
子株式会社内

Fターム(参考)

2F035 EA05 EA08
5F003 AP08 AZ03 BH11
5F048 AA00 AB10 AC01 BA01 BA16
BG05
5F082 BA06 BA35 BA47 BC01 BC03
BC09 FA20 GA04

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.